

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/006618

International filing date: 04 April 2005 (04.04.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-221700
Filing date: 29 July 2004 (29.07.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 20 May 2005 (20.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2004年 7月29日

出願番号 Application Number: 特願2004-221700

パリ条約による外国への出願に用いる優先権の主張の基礎となる出願の国コードと出願番号

The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is

出願人 Applicant(s): 三菱マテリアル株式会社

J P 2004-221700

2005年 4月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 J14871A1
【提出日】 平成16年 7月 29日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 23/12
H01L 21/02

【発明者】
【住所又は居所】 茨城県那珂郡那珂町向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂研究センター内
【氏名】 長瀬 敏之

【発明者】
【住所又は居所】 茨城県那珂郡那珂町向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂研究センター内
【氏名】 根岸 健

【発明者】
【住所又は居所】 茨城県那珂郡那珂町向山1002-14 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂研究センター内
【氏名】 久保 和明

【特許出願人】
【識別番号】 000006264
【氏名又は名称】 三菱マテリアル株式会社

【代理人】
【識別番号】 100064908
【弁理士】
【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】
【識別番号】 100108578
【弁理士】
【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】
【識別番号】 100101465
【弁理士】
【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】
【識別番号】 100117189
【弁理士】
【氏名又は名称】 江口 昭彦

【選任した代理人】
【識別番号】 100108453
【弁理士】
【氏名又は名称】 村山 靖彦

【選任した代理人】
【識別番号】 100106057
【弁理士】
【氏名又は名称】 柳井 則子

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 008707
【納付金額】 16,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0205685

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

A 1 と A 1 N を接合してなる A 1 / A 1 N 接合体であって、

前記 A 1 N 表面の多孔質層に A 1 が溶浸され、該溶浸された A 1 は少なくとも一部が A 1 N 結晶構造の略 0.5 層以上 3 層以下の範囲において三次元網目構造とされたことを特徴とする A 1 / A 1 N 接合体。

【請求項 2】

請求項 1 記載の A 1 / A 1 N 接合体であって、前記溶浸された A 1 の三次元網目構造が表面より内部において広いことを特徴とする A 1 / A 1 N 接合体。

【請求項 3】

絶縁基板と、該絶縁基板の一方の面側に設けられた放熱体とを備えたパワーモジュール用基板であって、

前記絶縁基板として請求項 1 又は請求項 2 のいずれかに記載の A 1 / A 1 N 接合体を用いることを特徴とするパワーモジュール用基板。

【請求項 4】

請求項 3 記載のパワーモジュール用基板の前記絶縁基板の他方の面側に、チップを搭載してなることを特徴とするパワーモジュール。

【請求項 5】

請求項 3 記載のパワーモジュール用基板又は 4 記載のパワーモジュールであって、前記絶縁基板の前記一方の面側に、空冷又は液冷のヒートシンクが備えられていることを特徴とするパワーモジュール。

【請求項 6】

A 1 と A 1 N を接合してなる A 1 / A 1 N 接合体の製造方法であって、

前記 A 1 N を焼結してその表面に多孔質層を形成し、この A 1 N の多孔質層に前記 A 1 を形成することを特徴とする A 1 / A 1 N 接合体の製造方法。

【請求項 7】

請求項 6 記載の A 1 / A 1 N 接合体の製造方法であって、

前記 A 1 N 焼結体の最外層表面近傍の脆弱多孔質層を除去した後に A 1 をロウ付けすることを特徴とする A 1 / A 1 N 接合体の製造方法。

【請求項 8】

請求項 7 記載の A 1 / A 1 N 接合体の製造方法であって、

A 1 N / A 1 間における A 1 N と当接する面にロウ材を配置した状態で真空加熱及び加圧することを特徴とする A 1 / A 1 N 接合体の製造方法。

【請求項 9】

請求項 8 記載の A 1 / A 1 N 接合体の製造方法であって、接合面を真空状態に置いた後に加熱しロウ材に液相を発生させるとともに、加圧して前記 A 1 N の多孔質層に前記液層となつた融液を含浸させることを特徴とする A 1 / A 1 N 接合体の製造方法。

【請求項 10】

請求項 8 又は請求項 9 記載の A 1 / A 1 N 接合体の製造方法であって、

A 1 / A 1 N 間に置いたロウ材の融液を冷却、凝固させることにより、A 1 N 多孔質層を介して A 1 N と A 1 を接合することを特徴とする A 1 / A 1 N 接合体の製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】A1／A1N接合体とそれを使用したパワーモジュール用基板、パワーモジュール及びその製造方法

【技術分野】

【0001】

この発明は、大電圧、大電流を制御する半導体装置に用いられるパワーモジュール用基板に関し、特に、半導体チップから発生する熱を放散させる放熱体、それを用いたパワーモジュール用基板、パワーモジュール及びその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、この種のパワーモジュール用基板として、特に発熱量が大きい高出力半導体素子を搭載するパワートランジスタに用いられるセラミックス回路基板においては、回路基板全体の放熱性を良好にするため、セラミックス基板として高い熱伝導率を有する窒化アルミニウム（A1N）基板を用いる一方、金属回路板としては同じく高熱伝導率を有するアルミニウム（Al）の金属板を使用したものが実用化されている。

【0003】

その一例として図5に示すように、A1Nからなる絶縁基板（以下、A1N基板という）11の一方の面にAlからなる回路層12を積層し、他方の面にAlからなる金属層13を積層し、回路層12にはんだ14を介して半導体チップ30を搭載し、金属層13にはんだ18、ロウ付け等により放熱体17を接合したA1N／Al接合体10や、金属層13又は回路層12のAlに代えて4N-Al（純度が99.99%以上のアルミニウム）からなる金属層13又は回路層12を用いたA1N／Al接合体10等が知られている。このようなパワーモジュール用基板は、各種提供されている（例えば、特許文献1参照。）。

【特許文献1】特開2002-171037号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、絶縁基板としてA1Nを使用した場合には、熱伝導率が高く充分な放熱性が得られる反面、A1N基板自体の強度が低いため、パワーモジュールを使用するにあたって温度サイクルを繰り返すとクラックが生じて金属回路板が剥離し、その結果として放熱性が低下し電子機器の動作信頼性が低下する耐熱サイクルが低いという問題があった。

それは、温度サイクル試験（-40～125°C）は、特に顕著に現れる。

【0005】

一方、A1N基板の製造工程におけるA1Nのグリーン焼結では、A1Nのグリーンシートの上下に、離型のための窒化ホウ素（BN）シートを積層して焼結するため、焼結後にA1N基板の表層にBNが付着しており、そのままではA1N基板にAlの金属層を接合することが困難であるため、Alの回路層又は金属層を接合する前にホーニング等により、A1N基板の表層からBNを除去している。

【0006】

しかし、BNを除去した場合に初期の接合強度が充分に得られても、温度サイクルを繰り返した場合には必ずしも充分な耐熱サイクルを確保することは困難であり、寿命のはらつきも大きく、今後、普及が見込まれる電気自動車や家庭内自家発電といった温度サイクルが頻繁に繰り返される用途においては充分とはいえない。

【0007】

本発明は上記問題点を解決するためになされたものであり、A1N基板にAlを接合した場合に、初期の接合強度のみならず、温度サイクルの作用によって熱膨張、収縮を繰り返しても絶縁基板と放熱体との間に剥離が生じたり、絶縁基板や放熱体に反りや割れが生じたりすることなく、充分な耐熱サイクルを確保して充分な寿命が得られるA1N／Al接合体の製造方法とそれを用いて製造した信頼性の高いA1N／Al接合体とそれを使用

したパワーモジュール用基板、パワーモジュール及びその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するために、この発明は以下の手段を提案している。

請求項1に係る発明は、A1とA1Nを接合してなるA1/A1N接合体であって、

前記A1N表面の多孔質層にA1が溶浸され、該溶浸されたA1は少なくとも一部がA1N結晶構造の略0.5層以上3層以下の範囲において三次元網目構造とされたことを特徴とする。

【0009】

請求項1に係る発明のA1/A1N接合体によれば、少なくとも多孔質体に溶浸されたA1の一部が三次元網目構造とされているので、A1Nの結晶粒子間の気孔部分に充填されたロウ材が三次元網目構造を形成し、A1とA1Nが確実に接合されている。また、三次元網目構造がA1N結晶構造の略0.5層以上であるのでロウ材がA1N結晶の背後まで廻り込んでしっかりと喰いつく。また、A1Nの脆弱層が存在しないA1N結晶の3層までの層を使用することによって、使用するロウ材を削減するとともに温度サイクルによる剥離が抑制される。

従って、初期接合のみならず、熱サイクル後においてもしっかりと接合を確保することができる。

【0010】

請求項2に係る発明は、請求項1記載のA1/A1N接合体であって、前記溶浸されたA1の三次元網目構造が表面より内部において広いことを特徴とする。

【0011】

請求項2に係る発明のA1/A1Nは、前記溶浸されたA1の三次元網目構造が表面よりも内部において広いので、アンカー効果によりA1のロウ材がA1Nに確実に接合される。

その結果、温度サイクルによる剥離が抑制される。

【0012】

請求項3に係る発明は、絶縁基板と、該絶縁基板の一方の面側に設けられた放熱体とを備えたパワーモジュール用基板であって、前記絶縁基板として請求項1又は請求項2のいずれかに記載のA1/A1N接合体を用いることを特徴とする。

【0013】

請求項4に係る発明は、請求項3記載のパワーモジュール用基板の前記絶縁基板の他の面側に、チップを搭載してなることを特徴とする。

【0014】

請求項5に係る発明は、請求項3記載のパワーモジュール用基板又は4記載のパワーモジュールであって、前記絶縁基板の前記一方の面側に、空冷又は液冷のヒートシンクが備えられていることを特徴とするパワーモジュール。

【0015】

請求項3、4、5に係る発明によれば、A1とA1Nが確実に接合されたA1/A1N接合体により、パワーモジュール用基板又はパワーモジュールが構成されているので、温度サイクルによても剥離し難く耐熱信頼性の高いパワーモジュール用基板又はパワーモジュールが得られる。

また、請求項5に係る発明によれば、ヒートシンクが設けられているので、冷却効率がさらに向上する。

【0016】

請求項6に係る発明は、A1とA1Nを接合してなるA1/A1N接合体の製造方法であって、

前記A1Nを焼結してその表面に多孔質層を形成し、このA1Nの多孔質層に前記A1を形成することを特徴とする。

【0017】

請求項6に係る発明によれば、A1と接合したA1/A1N接合体のA1Nの表面に多孔質層が形成されているので、A1を接合する際に、ロウ材がA1の多孔質層の気孔内に浸入し、気孔内で凝固するので、ロウ材がA1Nの内部に確実に喰い付む。

【0018】

請求項7に係る発明は、請求項6記載のA1/A1N接合体の製造方法であって、前記A1N焼結体の最外層表面近傍の脆弱多孔質層を除去した後にA1をロウ付けすることを特徴とする。

【0019】

請求項7に係る発明によれば、A1Nの最外層表面の脆弱多孔質層が加工除去されているので、ロウ材がA1N接合面に非常に強固に喰い込んでいて、接合面に力が加わってもA1N表面の表層が剥離難いのでA1/A1N接合体の接合面の剥離が抑制される。

【0020】

請求項8に係る発明は、請求項7記載のA1/A1N接合体の製造方法であって、A1N/A1間ににおけるA1Nと当接する面にロウ材を配置した状態で真空加熱及び加圧することを特徴とする。

【0021】

請求項8に係る発明によれば、A1/A1N間でA1Nと当接する面にロウ材を配置した状態で加圧・真空加熱するので、A1Nの表面に形成された多孔質層の気孔内の空気が除去されて気孔内へのロウ材の浸入が容易になる。また、ロウ材及びA1Nの接合面が酸化されることはない。また、加圧によりロウ材の表面張力に抗して気孔内にロウ材が押し込まれる。

【0022】

請求項9に係る発明は、請求項8記載のA1/A1N接合体の製造方法であって、接合面を真空状態に置いた後に加熱しロウ材に液相を発生させるとともに、加圧して前記A1Nの多孔質層に前記液層となった融液を含浸させることを特徴とする。

【0023】

請求項9に係る発明によれば、A1Nの接合面を真空状態に置いた後に、ロウ材に液相を発生させるので、A1Nの表面に形成された多孔質層の気孔内の空気が完全に除去された後に、溶融したロウ材の浸入が始まる。従って、ロウ材が多孔質層の気孔内の隅々まで浸透する。さらに、加圧されることによりロウ材の表面張力に抗して気孔内の小さな隙間までロウ材が押し込まれる。

【0024】

請求項10に係る発明は、請求項8又は請求項9記載のA1/A1N接合体の製造方法であって、A1/A1N間に置いたロウ材の融液を冷却、凝固させることにより、A1N多孔質層を介してA1NとA1を接合することを特徴とする。

【0025】

請求項10に係る発明によれば、A1Nの表面に形成された多孔質層の気孔内に溶融したロウ材が浸入した後にロウ材の融液を冷却、凝固させることにより、ロウ材がA1N多孔質層の内部までしっかりと固着する。

【発明の効果】

【0026】

A1N基板にA1を接合した場合に、初期の接合強度のみならず、温度サイクルの作用によって熱膨張、収縮を繰り返しても絶縁基板と放熱体との間に剥離が生じたり、絶縁基板や放熱体に反りや割れが生じたりすることなく、充分な耐熱サイクルを確保して充分な寿命が得られるA1N/A1接合体とそれを使用した信頼性が高いセラミックス回路基板、パワーモジュールを得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

次に本発明を実施するための最良の形態について図面を参照して説明する。

以下、本発明に係るA1N/A1接合体およびその製造方法の実施形態を図面に基づいて説明する。

図1は、本発明の第1実施形態のA1N/A1接合体10（絶縁基板）を示す断面図であり、このA1N/A1接合体10は、A1N基板（絶縁セラミック基板）11の両面のそれぞれに、ロウ材層4を介して、A1板（導電層）12、13を接合したものである。

【0028】

A1N/A1接合体10のA1N11は所望の大きさに形成されたものであり、一例として0.3~1.5mm程度とされる。A1N/A1接合体10の形状は一般的には矩形状であるが、その他の形状であってもよい。

【0029】

A1板12、13は99.99質量%以上のAlを含有する。Al含有率を99.99質量%以上とすることで、A1板12、13の応力緩和効果が向上し、温度変化に曝された際のA1N/A1接合体10の反りやA1N基板11の割れが抑制される。A1板12、13の厚さは限定されないが、一例として0.25~0.6mmとされる。より具体的な実施形態では、A1N基板11は、例えば厚さ0.635mm、A1板12、13は、例えば厚さ0.4mmとされる。A1板12、13はA1N基板11の全面に接合されていてもよいし、図1に示すようにA1N基板11の周辺部を除く部分にのみ形成されていてもよい。

【0030】

ロウ材4の厚さは限定されないが、一例として0.005~0.05mmとされる。より具体的な例では0.03mm程度である。ロウ材4の材質は限定されないが、好ましくは、Al-Si系、Al-Ge系、Al-Mn系、Al-Cu系、Al-Mg系、Al-Si-Mg系、Al-Cu-Mn系、およびAl-Cu-Mg-Mn系のロウ材から選択された1種または2種以上とされる。いずれのロウ材もAl含有量は70~98質量%とされる。この中でも特に、Al-Si系ロウ材が好ましい。Al-Si系ロウ材の一例を挙げると、95~75質量%のAlおよび3~20質量%のSiを含む合金であり、融点（共晶点）は577°Cである。

【0031】

A1/A1N接合体10は、図4に示すように、その表面に多孔質体27を備え、少なくとも多孔質体を形成する空間（気孔）の一部が三次元網目構造とされると共に、三次元網目構造の空間が表面より内部において広くなっている。また、三次元網目構造がA1N結晶構造の約0.5層以上3層以下とされ、気孔にはロウ材4が含浸された状態で凝固して構成されている。

【0032】

絶縁A1N基板11の表裏に接合されるA1板12、13は、それぞれの厚みが等しくされることが好ましい。A1板12、13は絶縁A1N基板11の両面に接合されることが好ましい。片側のみであると絶縁A1N基板11に反りが発生しやすいためである。ただし、必要に応じて片側のみに適用してもよい。

【0033】

上記実施形態のA1/A1N接合体10によれば、少なくとも多孔質体27を形成する気孔の一部が三次元網目構造とされているので、A1N基板11の結晶粒と三次元網目構造の気孔部分に充填されたロウ材4が相互に係合し、A1板12、13とA1N基板11が確実に接合される。

また、三次元網目構造内にロウ材4が分散、接合されているのでA1/A1N接合体、A1/A1N接合体を構成するA1板、A1N基板が膨張、収縮を繰り返しても応力がA1N表面の結晶粒子それぞれのアンカー部で分散され、接合体初期接合のみならず、熱サイクル後においても安定した接合を確保することができる。

【0034】

また、A1/A1N接合体10は、三次元網目構造がA1N結晶構造の約0.5層以上に対応する範囲であるのでロウ材がA1N結晶の背後まで廻り込んでしっかりと喰いつく

。また、結晶粒の略3層に対応する範囲までの気孔を三次元網目構造として使用し、A1N基板深層の脆弱層を使用しないことにより、使用するロウ材を削減するとともに温度サイクルによる剥離が抑制される。

【0035】

また、A1N/A1N接合体10は、三次元網目構造の空間が表面よりも内部において広いので、アンカー効果によりロウ材がA1Nに確実に接合される。

その結果、温度サイクルによる剥離が抑制される。

【0036】

次に、上記A1N/A1接合体10の製造方法を説明する。

まず、A1Nのグリーンシートの上下に離型のための窒化ホウ素(BN)シートを積層してA1Nのグリーン焼結することによって、図2に示すようなA1N基板11の素材25を得る。図2において、A1N基板11は、その表層の少なくとも一部が3次元網目構造(図示せず)とされた多孔質層27と、さらにその表層部分に脆弱多孔質層28とを備えている。

【0037】

次に、焼結後のA1N基板の素材25の表層をホーニングしてA1N基板11の表層に付着したBN(図示せず)を除去するとともにA1N基板11の最外表層面に形成された脆弱多孔質層28を除去する。必要に応じて、ホーニングをする前に脆弱多孔質層28を研削してもよい。

この場合、ホーニングは、例えば#600のAl₂O₃を用いて圧力500hPa(0.49kg/cm²)以上2500hPa(2.47kg/cm²)以下の条件で最大粗さRy(JIS B0601-1994)1.50~3.30μmとされる。

ホーニング圧力を2500hPa以下とすることで、A1N基板11表層の多孔質層27の結晶構造の表面が図3に示すように凸凹が潰れて平面的になるのが抑制され、ホーニング圧力を500hPa以上とすることにより、A1N表層の多孔質層がグリーン焼結した後のBNを充分に除去し、A1N基板11表層にロウ材が浸入するための開口がA1N粒子間に充分に形成されると共に凸凹が保持され、接合材であるロウ材の浸入が容易に確保され好適である。

【0038】

次いで、A1板13の上に順に、シート状のロウ材4、A1N基板11、シート状のロウ材4、およびA1板12を重ねる。これらを真空中にて、600°C以上かつA1板12、13の融点以下の温度に加熱し、ロウ材4を融解して液相とする。

真空にすることによって、A1N基板11の表層の多孔質層27ならびに3次元網目構造内の気孔を満たしていた空気が排出され、気孔内が真空状態となる。

その後、A1板12、13とA1N基板11の接合面に50~300kPa(約0.5~3kg/cm²)の圧力を加えて3次元網目構造内の空孔(真空状態にされた気孔)に、液相とされたロウ材4を浸入させ、その後、融液を冷却速度0.5~1.0°C/分で約500°Cまで冷却することによって、ロウ材4を凝固させることで、A1N多孔質層27を介してA1N基板11とA1板12、13を接合する。

【0039】

また、貼り合わせる際の圧力は接合ムラを防止するためには、50kPa以上が適当であり、接合時のA1N基板11の割れを防止する観点からは300kPa以下が適当である。

また、充分な接合強度を確保するためにはロウ材に液相が確実に発生する600°C以上が、前述した結晶粒径を確保するためにはA1板12、13の融点以下に加熱することが好適である。

ロウ付け後、室温まで冷却し、片面のA1板12、13を所定のパターンにエッチングし、回路を形成することによりパワーモジュール用基板20を得る。

【0040】

上記実施形態に係るA1N/A1接合体10の製造方法によれば、A1板12、13と

接合するA1N基板11の表面に多孔質層27が形成されているので、A1板12、13を接合する際に、ロウ材4が液相となりA1N基板11の多孔質層27の気孔内に浸入、凝固するので、ロウ材4がA1N基板11の内部に確実に喰い付む。

【0041】

また、A1Nの最外層表面の脆弱多孔質層が加工除去されているので、ロウ材がA1N接合面に非常に強固に喰い込んでいて、接合面に力が加わってもA1N表面の表層が剥離難いのでA1/A1N接合体の接合面の剥離が抑制される。

また、A1N基板11のA1板12、13と当接する面にロウ材4を配置した状態で加圧・真空加熱するので、A1N基板11の表面に形成された多孔質層27の気孔内の空気が除去されて気孔内へのロウ材4の浸入が容易になる。また、ロウ材4及びA1N基板11の接合面が酸化されることがない。また、加圧することにより、融解したロウ材4がその表面張力に抗して気孔内に押し込まれる。

【0042】

また、A1N基板11の接合面を真空状態に置いた後に、ロウ材4に液相を発生させての、A1N基板11の表面に形成された多孔質層27の気孔内の空気が完全に除去された後に、溶融したロウ材4の浸入が始まる。従って、空気による圧縮抵抗がなくロウ材4が多孔質層27の気孔内の隅々まで浸透する。

さらに、加圧されることによりロウ材4の表面張力に抗して気孔内小さな隙間までロウ材が押し込まれる。

【0043】

また、A1N基板11の表面に形成された多孔質層27の気孔内に溶融したロウ材4が浸入した後にロウ材4の融液を冷却、凝固させることにより、ロウ材4がA1N基板11の多孔質層27の内部までしっかりと固着する。

【0044】

次に、本発明の第2実施形態であるパワーモジュールを説明する。本実施形態のパワーモジュールPには、前述の第1実施形態に係るパワーモジュール用基板20が実装されている。図5はパワーモジュールPを示す図である。

【0045】

図5に示すように、パワーモジュールPは、放熱板11の一方の主面に1又は2以上の方形のパワーモジュール用基板20が固着されるとともに、パワーモジュール用基板20の上面にはんだ14によって半導体チップ30が搭載されたものである。放熱板11はA1系合金板からなる板材であって、その厚さは限定されないが、一例として3~10mmのものが使用される。

【0046】

パワーモジュール用基板20は、前述した第1実施形態と同様のものとされ、例えば厚さ0.3~1.5mmのA1N基板11と、A1N基板11の両面に接合された第1および第2のA1板12、13を備える。第1及び第2のA1板12、13は、例えば厚さが0.25~0.6mmとされる。パワーモジュール用基板20は例えれば一辺が30mm以下の方形状とされる。

【0047】

パワーモジュール用基板20は、放熱板17にロウ材によりロウ付けされている。ロウ材としては、Al-Si系、Al-Cu系、Al-Mg系、Al-Mn系およびAl-Ge系のロウ材から選ばれる1又は2以上を用いることが好ましい。パワーモジュール用基板20を放熱板17へロウ付けするには、放熱板17の上にロウ材のシートおよびパワーモジュール用基板20をこの順序で重ね、これらに荷重50~300kPaを加え、真空中または不活性ガス中で580~650℃に加熱してロウ材を溶融させ、その後冷却する。ロウ材は融点がロウ材4の融点より低く、500~630℃、例えは575℃程度のものが好適である（ただし、融点とは液相線を越える点とする）。この場合、A1N基板11とA1板12、13を接合したロウ材4は完全には溶融せずに、放熱板17と第1のA1板13とを接合させることができる。

【0048】

このように構成されたパワーモジュールPは、放熱板11の隅に形成された取付孔に雄ねじ33が挿入され、これら雄ねじ33が水冷式ヒートシンク31に形成された雌ねじにそれぞれ螺合されることにより、放熱板17の他方の面が、例えばAl合金からなる水冷式のヒートシンク31に密着接合される。

【0049】

このように構成されたパワーモジュールPでは、第1実施形態と同様の効果を奏する。このようなパワーモジュール用基板20を実装したことにより、熱サイクル時に生じるパワーモジュール用基板20の縁における収縮量の相違も比較的小さく抑制できて、パワーモジュールPの熱サイクル寿命を延ばすことができる。その結果、パワーモジュールとしての信頼性を向上できる。

【実施例】

【0050】

以下、本発明の実施例について説明する。

接合前のホーニングの圧力を変化させて接合したAlN基板に、温度サイクル試験（-45～125°C）をして、1000サイクル毎に剥離の有無を超音波検査装置で調べて剥離が生じない最大の温度サイクル数を寿命とした。

また、3次元網目構造の深さは、AlN/A1界面付近の断面をSEM（走査型電子顕微鏡）により観察し、Al成分中に含まれるSiのAlN基盤への侵入深さをEPMA（電子線マイクロアナライザ）の元素面分析により測定した。

【0051】

また、最大粗さRyは、表面粗さ計（ミツトヨ製サーフテスト501）により、比表面積はレーザー顕微鏡（キーエンス製VK8550）により、倍率500倍で測定した。

なお、3次元網目構造の深さは、サンプルを加熱処理しAl表面を酸化させた後、面分析で酸素元素の侵入深さを測定する方法や、AlN基板を裏面から研磨してAlの露出が開始した試料をさらに研磨し、完全にAlNがなくなるまでの段差を侵入深さとしてもよい。

以下に、実施例と比較例によるAlN基板とAlの剥離による寿命試験結果を記載する。

【表1】

実施例	ホーニング圧力(hPa)	3次元網目構造の深さ	Ry(μm)	比表面積	温度サイクル後の剥離発生回
実施例-1	2000	0.7	1.50	2.0	3000
実施例-2	1500	1.3	1.70	2.3	5000
実施例-3	1000	1.9	2.30	2.6	4000
実施例-4	500	2.9	3.30	2.7	3000
比較例-1	3000	0.2	1.30	1.8	1000
比較例-2	2500	0.4	1.40	1.9	1000
比較例-3	300	4.0	4.00	2.9	1000

比較例として挙げたホーニング圧力 2.5 hPa、3.0 hPa、0.3 hPaの場合には、3次元網目構造の深さがそれぞれ0.2層、0.3層、4.0層、最大粗さがそれぞれ1.30 μm、1.4 μm、4.0 μmとなり、3次元網目構造の深さが非常に浅く形成され、又は最大粗さが非常に大きく形成されて、基板の凸凹を考慮した表面積と基板面の平面積との比である比表面積は2.0未満又は2.7超となり不安定な状態となっ

ている。

【0052】

その結果、温度サイクル後の剥離が2000回未満（寿命1000回）で発生している。

実施例1～4によれば、3次元網目構造の深さがそれぞれ0.7～2.9層、最大粗さが1.5～3.3μmとなり、比表面積2.0～2.7に形成されている。

その結果、従来品の比較例が寿命1000回であるのに対して、実施例1～4では3000サイクルまで接合面の剥離が発生せず、寿命が約3倍になることが確認された。

【0053】

なお、上記実施形態においては、図4において、3次元網目構造がAlN結晶構造の約3層の場合について示したが、3次元網目構造は略0.5～3層の範囲で存在すればよい。

また、3次元網目構造を形成する手段として、ホーニングによる場合について説明したが、エッチング等の化学的な手段によってもよい。

また、上記実施の形態で記載した加工条件は、一例を示すものであって他の加工条件によってもよい。

また、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】本発明に係るAlN/A1接合体の概念を示す図である。

【図2】本発明に係るグリーン焼結後のAlN絶縁体の概念を示す図である。

【図3】本発明に係るAlN絶縁体の概念を示す図である。

【図4】本発明に係るAlN絶縁体とA1の接合面の概念を示す図である。

【図5】本発明に係るAlN/A1接合体を用いたパワーモジュール用基板及びパワーモジュールを示す図である。

【符号の説明】

【0055】

10 絶縁基板（AlN/A1接合体）

11 AlN基板

12、13 A1板（A1）

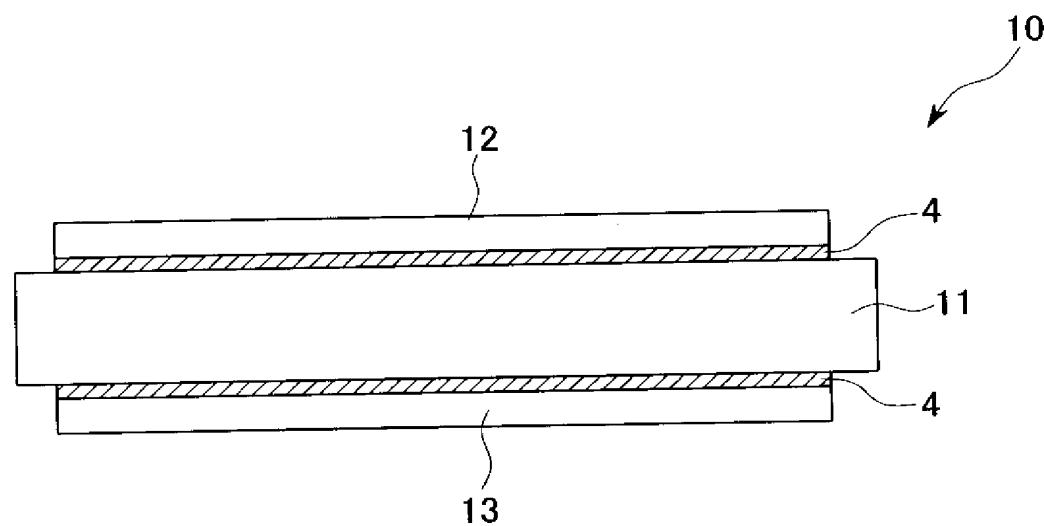
17 放熱体

30 半導体チップ（チップ）

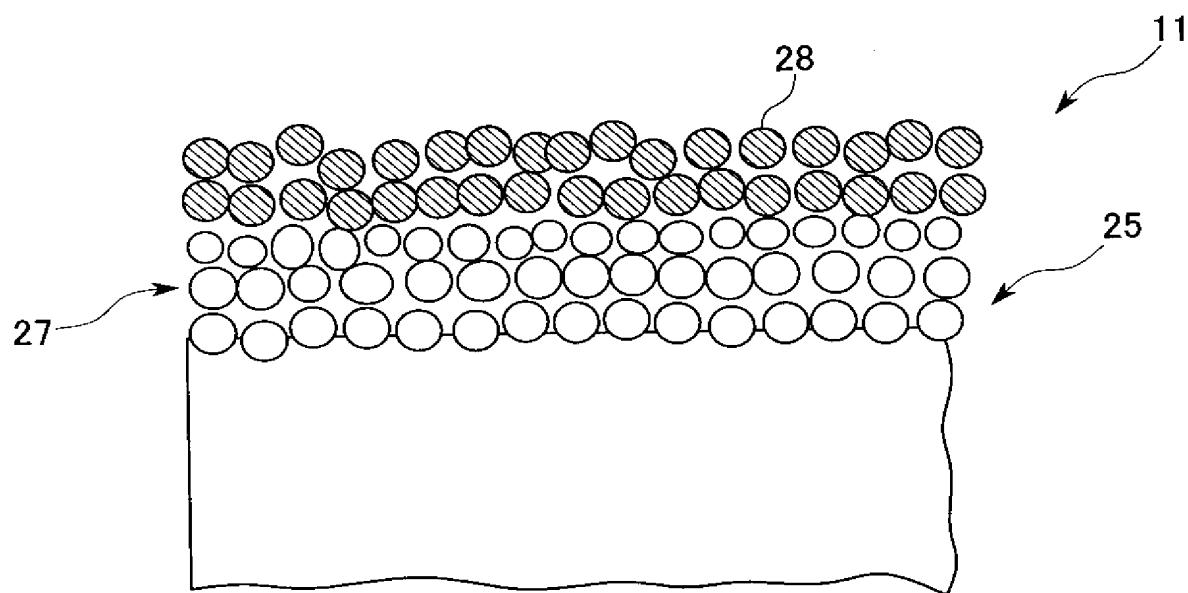
P パワーモジュール

【書類名】 図面

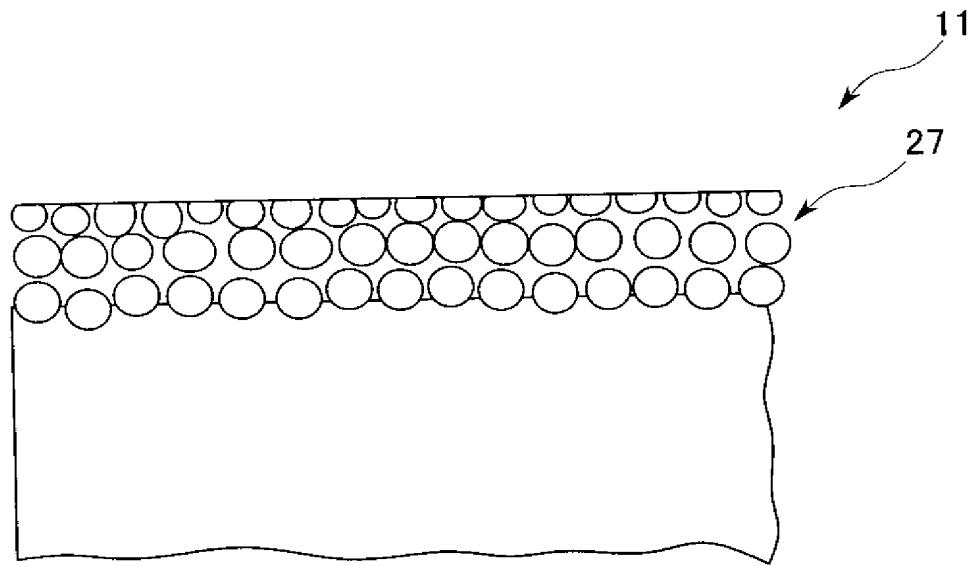
【図 1】



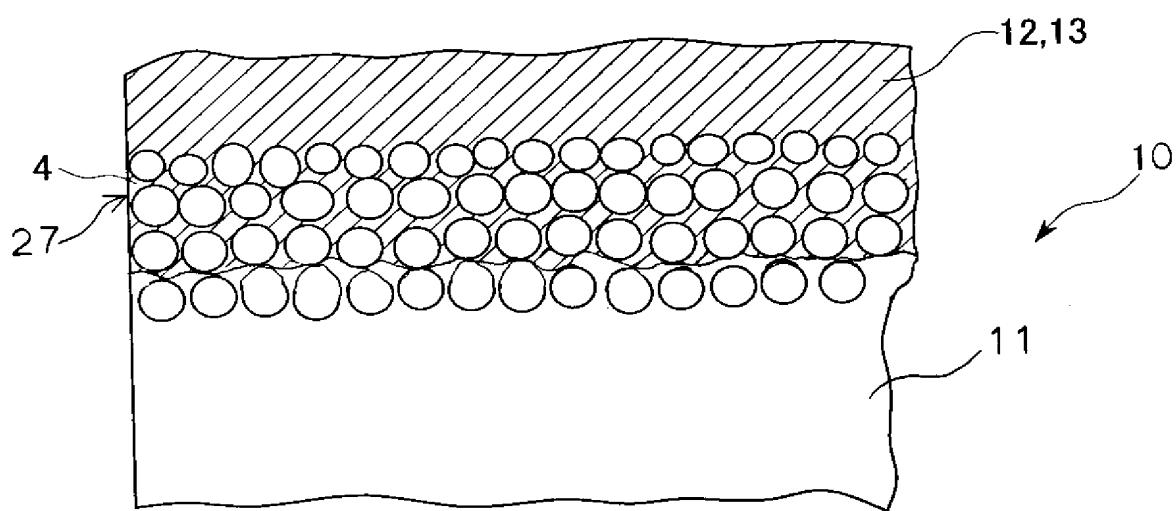
【図 2】



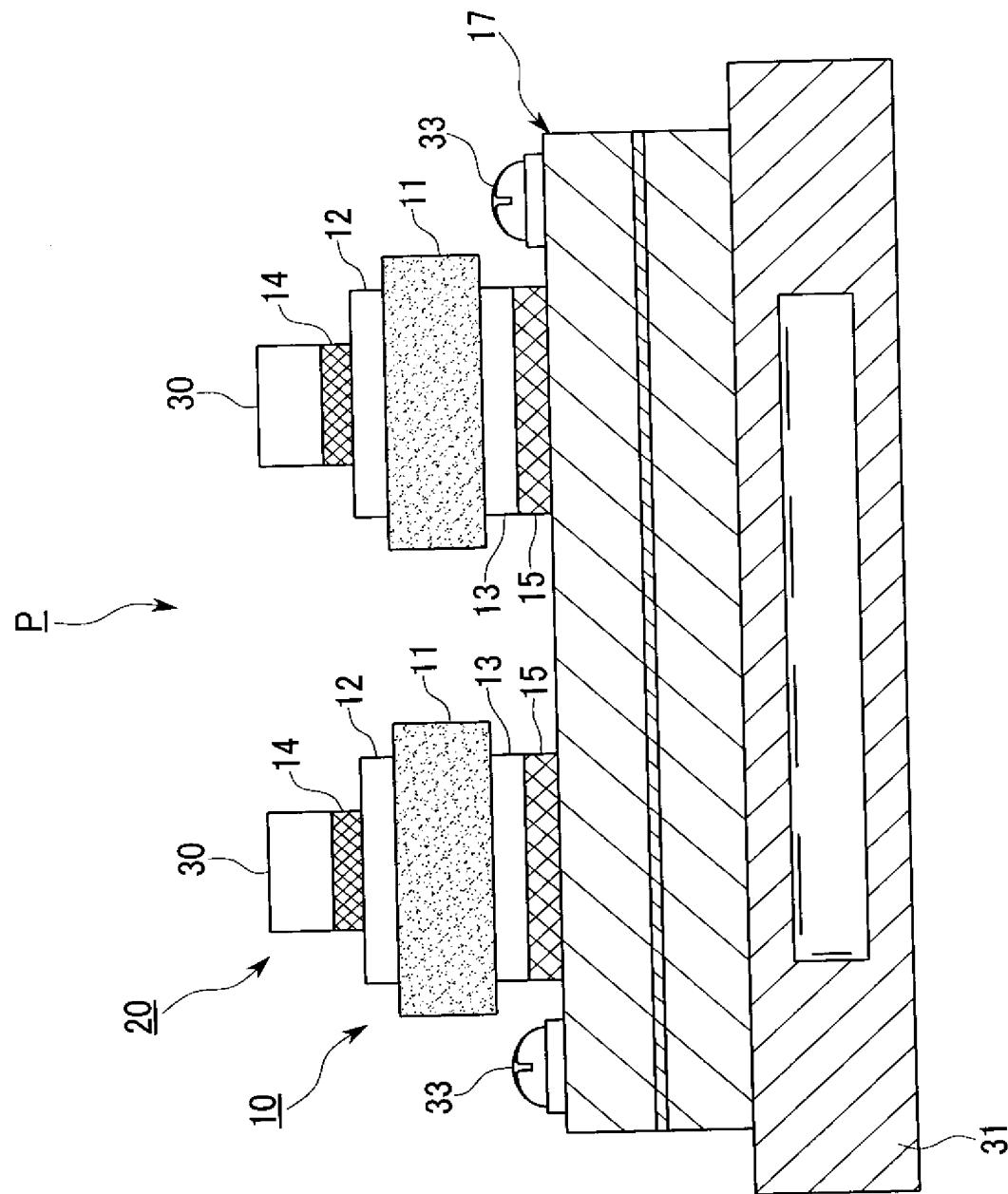
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】温度サイクルの作用によって熱膨張、収縮を繰り返しても充分な耐熱サイクルを確保して充分な寿命が得られるA1N/A1接合体の製造方法とそれを用いて製造した信頼性の高いA1N/A1接合体、セラミックス回路基板及びパワーモジュールを提供すること。

【解決手段】 A112、13とA1N11を接合してなるA1/A1N接合体10であって、前記A1N11表面の多孔質層にA1が溶浸され、該溶浸されたA1は少なくとも一部がA1N結晶構造の略0.5層以上3層以下の範囲において三次元網目構造とされることを特徴とする。また、A1/A1N接合体10は、三次元網目構造の空間が表面より内部において広いことを特徴とする。

【選択図】 図4

出願人履歴

0 0 0 0 0 6 2 6 4

19920410

住所変更

5 9 1 0 1 9 0 4 7

東京都千代田区大手町1丁目5番1号

三菱マテリアル株式会社